

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年10月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-315214

[ST.10/C]:

[JP2002-315214]

出 願 人

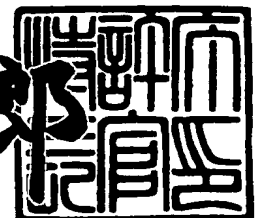
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2003年 5月 2日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3031388

【書類名】 特許願

【整理番号】 1102019551

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B82B 1/00

【発明の名称】 光デバイス用微小突起物と光デバイス

【請求項の数】 16

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号
株式会社 日立製作所 日立研究所内

 【氏名】 宮内 昭浩

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号
株式会社 日立製作所 日立研究所内

 【氏名】 桑原 孝介

【特許出願人】

 【識別番号】 000005108

 【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

 【識別番号】 100075096

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 作田 康夫

 【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 013088

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光デバイス用微小突起物と光デバイス

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

有機材料製の薄膜と該薄膜上に形成された有機材料製の突起物からなる構造体において、該突起物が柱状であり、該突起物の直径あるいは一辺が 10 ナノメートルから 10 マイクロメートル、高さが 50 ナノメートルから 1 マイクロメートルであることを特徴とする光デバイス用微小突起物。

【請求項 2】

請求項 1 において、該突起物の高さとの直径あるいは一辺の比が 1 より大きい特徴とする光デバイス用微小突起物。

【請求項 3】

請求項 1 において、該突起物の先端部が該突起物の底面部より小さく末広がり状であることを特徴とする光デバイス用微小突起物。

【請求項 4】

請求項 1 において、該突起物と該突起物が接続している下地の材料が該突起物と同じであることを特徴とする光デバイス用微小突起物。

【請求項 5】

請求項 1 において、該突起物と該突起物が接続している基板が一体となっていることを特徴とする光デバイス用微小突起物。

【請求項 6】

請求項 1 において、有機材料が少なくとも熱可塑性であるか、光硬化性であることを特徴とする光デバイス用微小突起物。

【請求項 7】

請求項 1 において、突起物の主成分が少なくともシクロオレフィンポリマー、ポリメチルメタアクリルレート、ポリスチレン、ポリカーボネイト、ポリプロピレンであることを特徴とする光デバイス用微小突起物。

【請求項 8】

光信号を入出力させる光デバイスにおいて、有機物を主成分とする突起物が周

期的に配列した構造体の中を光が進行することを特徴とする光デバイス。

【請求項 9】

対向する二枚の基板と、該基板を隔てるスペーサーと、該基板に挟まれた空間に突起物が周期的に配列した光デバイスにおいて、該突起物が有機材料であることを特徴とする光デバイス。

【請求項 10】

請求項 9 において、該突起物が該基板の表面に形成された薄膜と接続されていることを特徴とする光デバイス。

【請求項 11】

請求項 10 において、基板表面に形成されている薄膜の材料が突起物と同一であることを特徴とする光デバイス。

【請求項 12】

請求項 9 において、有機物から成る突起物に酸化物、窒化物、金属の微粒子が少なくとも 1 種類含まれていることを特徴とする光デバイス。

【請求項 13】

請求項 8 において、入力光の数と出力光の数が異なることを特徴とする光デバイス。

【請求項 14】

請求項 8 において、入力光の進行方向が変化することを特徴とする光デバイス。

【請求項 15】

請求項 9 において、有機材料が少なくとも熱可塑性であるか、光硬化性であることを特徴とする光デバイス。

【請求項 16】

請求項 9 において、有機材料からなる突起物の成分が少なくともシクロオレフィンポリマー、ポリメチルメートルクリレート、ポリスチレン、ポリカーボネイト、ポリプロピレンであることを特徴とする光デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光によって信号を処理する光デバイスに関し、特に有機物からなる突起物を適用した光デバイスに関する。

【0002】

【従来の技術】

図2はシリコンの突起物で作製した光デバイス200の模式図である。直径50ナノメートル、高さ1マイクロメートルのシリコン製の突起物202がシリコン基板201の表面に形成されている。突起物202の周期は500ナノメートルである。波長が突起物202の周期の約二倍の光はフォトリソニックバンドギャップによって突起物202の間を通過できない。しかし、隙間203には突起物が配列していないために光は隙間203を通過することができる。よって、隙間203を通過して入射光は進行することになり、隙間を自由にレイアウトすることで狭い空間で光を自由に曲げることができる。シリコン製の突起物による光デバイスの形成に関しては例えば非特許文献1に記載されている。

【0003】

【非特許文献1】

応用物理学会誌，第71巻，第10号，1251ページから1255ページ，
2002年

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記の従来技術は、ドライエッチング法によって突起物を形成している。よって、ナノ突起物の材質はエッチングガスと反応して揮発性のガスとして除去される必要があり、酸化シリコン (SiO_2)，窒化シリコン (Si_3N_4)，シリコン (Si) などの無機材料に限定されてしまう問題があった。

【0005】

本発明の目的は、有機材料製の突起物からなる光デバイスの提供である。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記目的は、微細な凹凸を周期的に形成したモールドを有機材料薄膜に押し当

てた後、モールドを有機薄膜から剥離することで達成される。

【0007】

本発明の光デバイス用微小突起物は、有機材料製の薄膜と該薄膜上に形成された有機材料製の突起物からなる構造体であって、該突起物が柱状であり、該突起物の直径あるいは一辺が10ナノメートルから10マイクロメートル、高さが50ナノメートルから1マイクロメートルであることを特徴とする。

【0008】

本発明の光デバイスは、光信号を入出力させる光デバイスであって、有機物を主成分とする突起物が周期的に配列した構造体の中を光が進行することを特徴とする。

【0009】

また、対向する二枚の基板と、該基板を隔てるスペーサーと、該基板に挟まれた空間に突起物が周期的に配列した光デバイスであって、該突起物が有機材料であることを特徴とする。

【0010】

ここで、突起物の直径あるいは一辺は、半導体レーザーの波長との関係から10ナノメートルから10マイクロメートルの間で任意に調整することが好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】

【実施例1】

以下、本発明の一実施例を説明する。図1は本実施例で作製した光の導波路を実現するための光デバイス100である。光デバイス100は高さ3マイクロメートルの窒化シリコン製のスペーサー101、厚さ0.5マイクロメートルのPMMA（ポリメチルメタアクリレート）を主成分とした薄膜102、厚さ550マイクロメートルで幅1ミリメートルのシリコン製の第1の基板103、ポリカーボネイト製の第2の基板106及びPMMAを主成分とする一辺300ナノメートルの突起物104からなる。突起物104は薄膜102と一体となっている。また、突起物104はフォトリソグラフィによって形成されるように周

期 1 マイクロメートルで配置されている。また、光を通す経路には突起物 1 0 4 は設置されておらず、隙間 1 0 5 が形成されている。図 1 では簡略化して突起物 1 0 4 を一列に 6 本しか記入していないが、実際に試作した光デバイス 1 0 0 では、突起物 1 0 4 は一列に 8 0 本形成した。

【 0 0 1 2 】

長さ 3 0 センチメートルの光デバイス 1 0 0 の端部から光を入射させ、透過光のスペクトルを調べた結果、波長 1 . 8 マイクロメートルの光が透過することが分かった。透過率は 8 0 % であった。

【 0 0 1 3 】

本実施例では突起物 1 0 4 や薄膜 1 0 2 の主成分は PMMA であったが、シクロオレフィンポリマー、ポリスチレン、ポリカーボネイト、ポリプロピレンを含む高分子材料でもよい。また、高分子材料にシリカや金などの超微粒子を添加することで屈折率を変化させてもよい。さらに、透過光の波長は突起物 1 0 4 の周期で調整可能であり、通信波長に合わせて突起物 1 0 4 の周期を調整することで通信デバイスへ適用できることは明らかである。さらに光硬化性の樹脂を用いてもよい。

【 0 0 1 4 】

次に、光デバイス 1 0 0 の製造方法について述べる。図 4 は本実施例で使用した光デバイス 1 0 0 の製造方法である。

【 0 0 1 5 】

始めにシリコン製の第 1 の基板 4 0 1 にプラズマ C V D 法で厚さ 3 マイクロメートルの窒化シリコン膜 4 0 2 を堆積した。

【 0 0 1 6 】

次にフォトリソグラフィ法によって窒化シリコン膜 4 0 2 をパターンニングしてスペーサー 4 0 3 を形成した。

【 0 0 1 7 】

次に粒径 2 ナノメートルのシリカ超微粒子を 5 重量% 添加した PMMA をスピコートして第 1 の樹脂膜 4 0 4 を形成した。

【 0 0 1 8 】

次に表面に凹凸を形成したモールド405を第1の樹脂膜404にプレスした後、モールド405を剥離することで突起物406を形成した。図3は形成した突起物406を斜め40度の角度から観察した走査型電子顕微鏡写真である。高さ3マイクロメートルのPMMA製の突起物406が周期1マイクロメートルで配列していることが分かる。また、突起物406の高さは3マイクロメートル、一辺の長さは根元で300ナノメートルである。突起物406は上部約1マイクロメートルの部分は平滑な表面状態であり根元から約2マイクロメートルの部分の表面は縞模様である。また、突起物406の一辺が300ナノメートルで高さが3マイクロメートルなので高さで一辺の比（アスペクト比）は10となり、1より大きいことが分かる。また、突起物406は先端部が底面部より小さくなっており、末広がり状であることが分かる。また、突起物406は下地膜と同じPMMAでできている。また、突起物406は下地膜に接続されており、一体化していることが分かる。

【0019】

次に樹脂膜404と同じ成分の第2の樹脂膜408をポリカーボネイト製の第2の基板407にスピコート法で形成した。

【0020】

次に第2の基板407を図4（h）に示すように重ね合わせた。

【0021】

次に第1の基板401と第2の基板407を加圧しながら150℃で2分間加熱し、図4（i）に示す光デバイス100を得た。

【0022】

以上のように、光デバイス100の突起物406はプレス成形で形成されており、従来の半導体プロセスのようにドライエッチングやフォトリソグラフィを必要とせず、低コストで光デバイス100を製造できる効果がある。

【0023】

また、従来のシリコン系材料製突起物では、図4（h）に示す第2の基板407の加圧時に突起物が破損することが観察されたが、本実施例のように突起物406の主成分を高分子材料にすることで突起物406は第2の樹脂膜408の凸部と

接触しても破損することがなくなった。すなわち、突起物 4 0 6 を破損することなく第 2 の樹脂膜 4 0 8 と密着することが可能となり、入射光が突起物 4 0 6 と第 2 の樹脂膜 4 0 8 との隙間から漏れることがなくなった。この密着性の向上によって、出力光のバックグランドノイズを下げることができた。

【0 0 2 4】

光デバイスでは、フォトリソバンドギャップが発現するように突起物を周期的に形成する必要がある。フォトリソバンドギャップは、屈折率の異なる領域を光の波長の半分の周期で形成することで得られ、突起物と突起物の間隔を調整することでフォトリソバンドギャップが得られる。従って、短波長の光を使用するためには、突起物と突起物の間隔を狭くし、突起物の直径あるいは一辺を小さくする必要がある。突起物の高さは光デバイスで用いられる光の信号により決まるため、必然的に、光の波長が短くなるにつれて突起物のアスペクト比を大きくする必要がある。本実施例の突起物の製法では、突起物のアスペクト比を大きくすることができるため、短波長の光でも使用できるという効果がある。

【0 0 2 5】

また、本実施例では、突起物の先端部が突起物の底面部より小さく末広がり状であるため、突起物が基板から取れにくい効果を得られる。また、突起物が下地の材料と同じであるため突起物が下地から取れにくい効果を得られる。また、突起物が基板と一体化しているため基板から取れにくい効果を得られる。

【0 0 2 6】

【実施例 2】

本実施例では入射光の進行方向が変わる光デバイス 1 0 0 を光情報処理装置に適用した一例を述べる。

【0 0 2 7】

図 5 は作製した光回路 5 0 0 の概略構成図である。光回路 5 0 0 は縦 3 0 ミリメートル、横 5 ミリメートル、厚さ 1 ミリメートルの窒化アルミニウム製の基盤 5 0 1 の上に、インジウムリン系の半導体レーザーとドライバ回路からなる 1 0 個の発信ユニット 5 0 2、光導波路 5 0 3、光コネクタ 5 0 4 から構成されている。なお、1 0 個の半導体レーザーの発信波長は 5 0 ナノメートルずつ異なっている。

おり、光回路 5 0 0 は光多重通信系のデバイスの基本部品である。

【0 0 2 8】

図 6 は光導波路 5 0 3 内部での突起物 4 0 6 の概略レイアウト図である。発信ユニット 5 0 2 と光導波路 5 0 3 とのアライメント誤差を許容できるように、光導波路 5 0 3 の端部は幅 2 0 マイクロメートルのラッパ状になっており、フォトリソニックバンドギャップによって信号光が幅 1 マイクロメートルの領域に導かれる構造になっている。なお、突起物 4 0 6 は間隔 0.5 マイクロメートルで配列したが、図 6 では簡略化し実際の本数よりも突起物 4 0 6 を少なく記載している。

【0 0 2 9】

光回路 5 0 0 では 1 0 種類の異なる波長の信号光を重ね合わせて出力できるが、光の進行方向を変更できるように光回路 5 0 0 の横幅を 5 ミリメートルと非常に短くでき、光通信用デバイスを小型化できる効果がある。また、モールドのプレスによって突起物 4 0 6 を形成できるため、製造コストを下げられる効果も得られる。本実施例では、入力光を重ね合わせるデバイスであったが、光の経路を制御する全ての光デバイスに光導波路 5 0 3 が有用であることは明らかである。

【0 0 3 0】

【発明の効果】

本発明では、有機物を主成分とする突起物を周期的に配列した構造体の中に信号光を進行させることで光の進行方向を変更できる効果を得られる。また、突起物をモールドのプレスという簡便な製造技術で形成できることから、低コストに光デバイスを製造できる効果を得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施例を説明するための光デバイスの断面鳥瞰図。

【図 2】

従来技術によるシリコン製突起物による光デバイスの断面鳥瞰図。

【図 3】

実施例で作製した PMMA 製の突起の走査型電子顕微鏡写真。

【図 4】

実施例を説明するための光デバイスの製造工程。

【図 5】

製作した光回路の概略構成図。

【図 6】

光導波路の端部形状と突起物のレイアウトを説明する図。

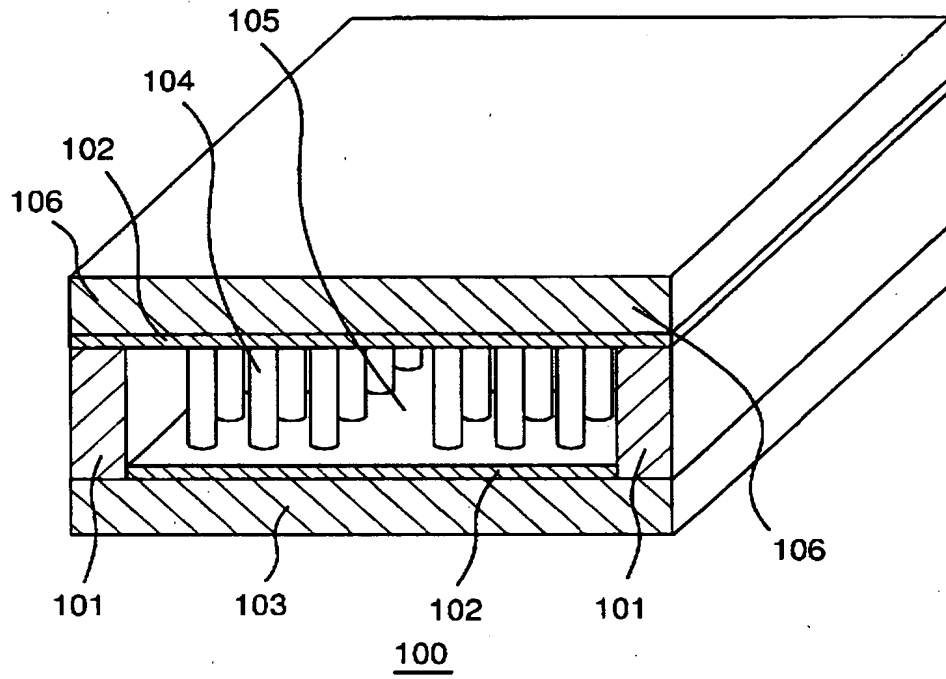
【符号の説明】

1 0 0, 2 0 0…光デバイス、1 0 1, 4 0 3…スペーサー、1 0 2…薄膜、
1 0 3, 4 0 1…第 1 の基板、1 0 4, 2 0 2, 4 0 6…突起物、1 0 5, 2 0 3
…隙間、1 0 6, 4 0 7…第 2 の基板、2 0 1…シリコン基板、4 0 2…窒化シ
リコン膜、4 0 4…第 1 の樹脂膜、4 0 5…モールド、4 0 8…第 2 の樹脂膜、
5 0 0…光回路、5 0 1…基盤、5 0 2…発信ユニット、5 0 3…光導波路、
5 0 4…光コネクタ。

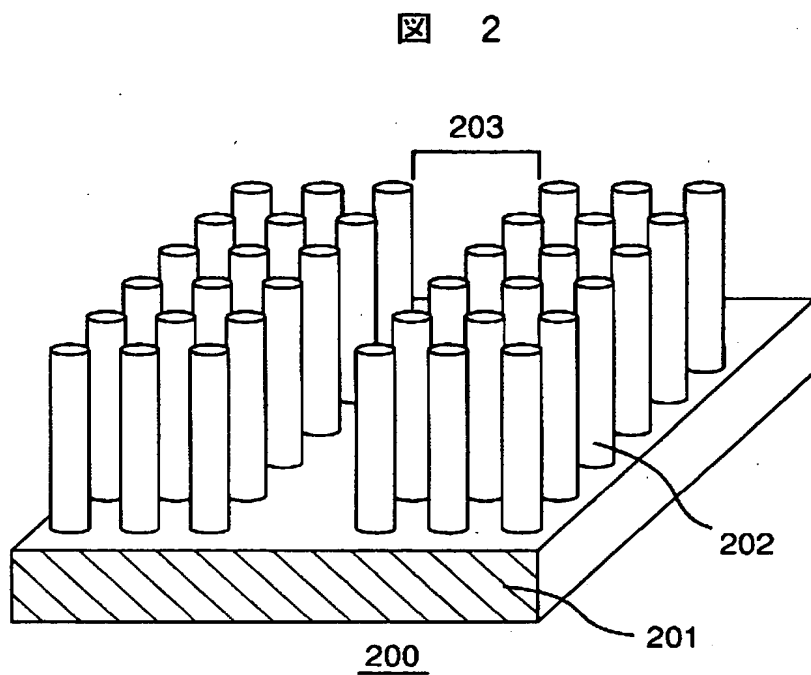
【書類名】 図面

【図 1】

図 1

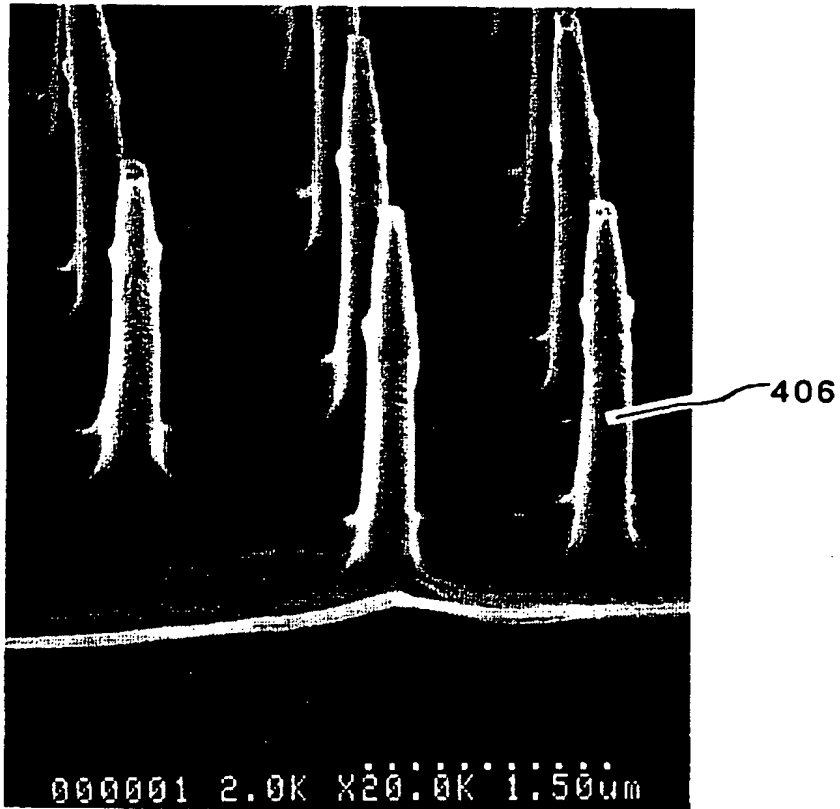


【図 2】

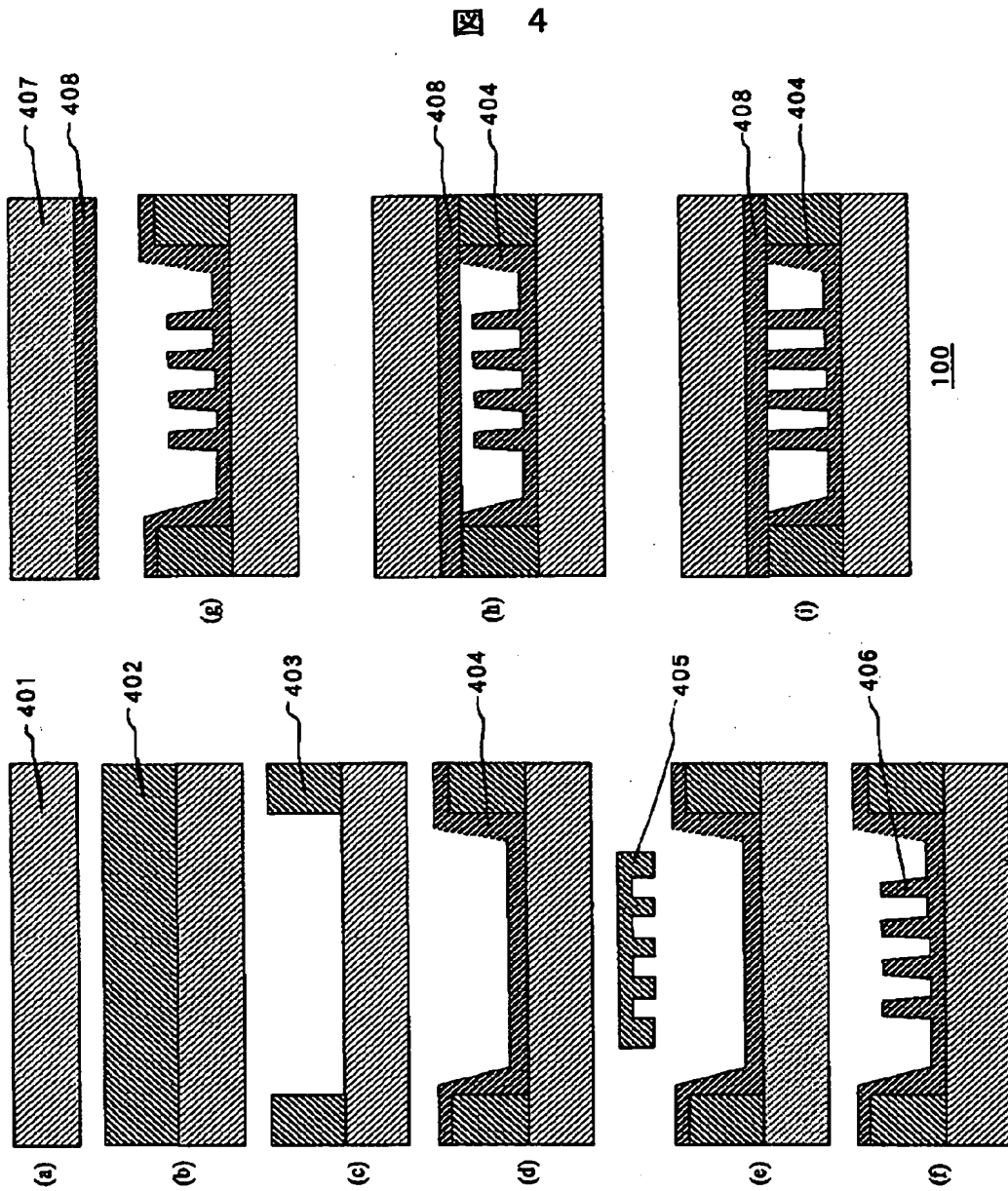


【図 3】

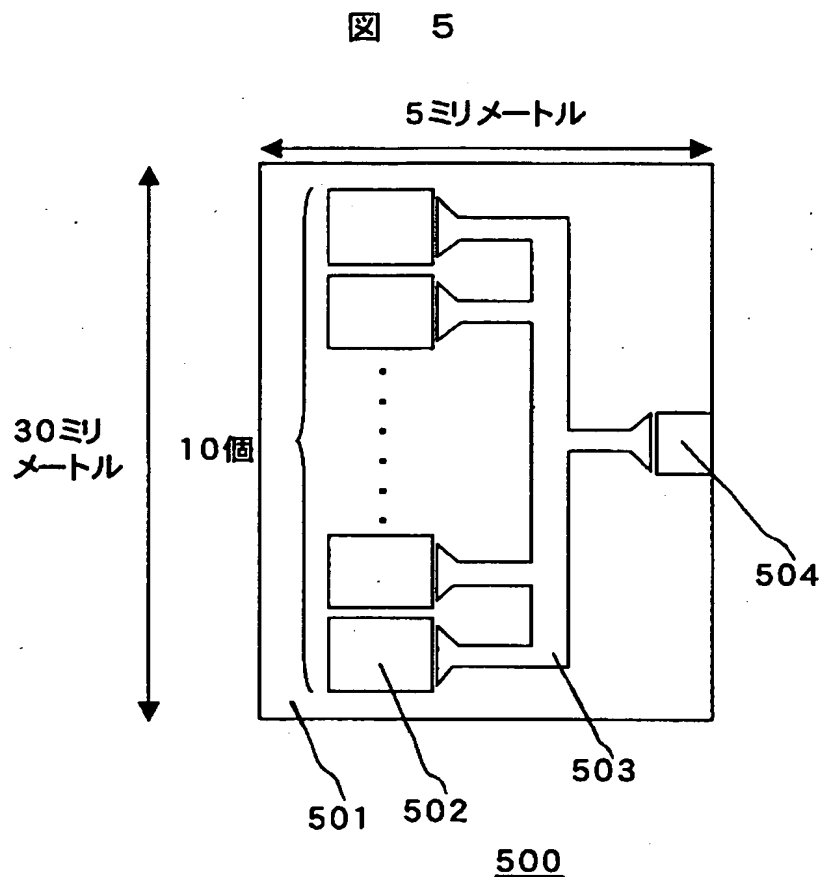
図 3



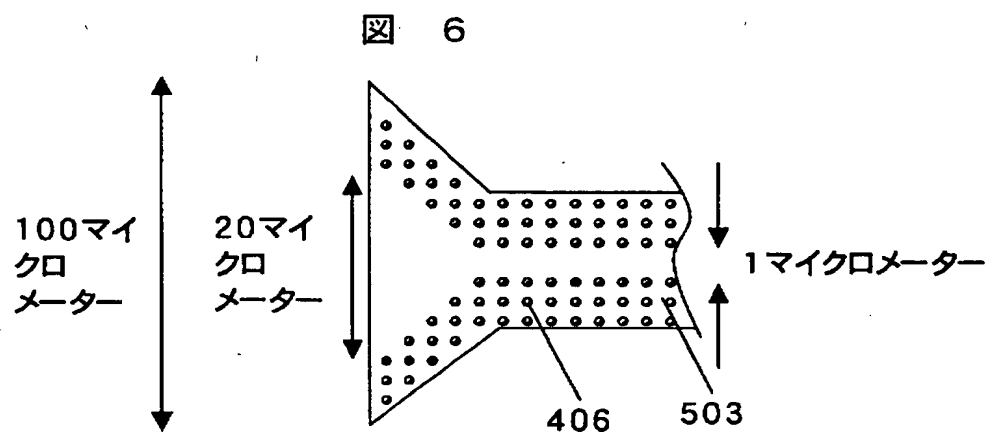
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

フォトリソグラフィ装置は半導体プロセスにおけるドライエッチング法で形成するため、デバイスの材料が酸化シリコン、窒化シリコン、シリコンなどの無機材料に限定されていた。

【解決手段】

微細な凹凸を周期的に形成したモールドを有機材料薄膜に押し当てた後、モールドを有機薄膜から剥離することで有機材料からなる微小な突起物を形成することで達成される。

【効果】

有機物を主成分とする突起物を周期的に配列した構造体の中に信号光を進行させることで光の進行方向を変更できる効果を得られる。また、突起物をモールドのプレスという簡便な製造技術で形成できることから、低コストに光デバイスを製造できる効果を得られる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-315214
受付番号	50201636912
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年10月31日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年10月30日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名 株式会社日立製作所